

MOTION-MEASURING INSTRUMENT FOR BALL

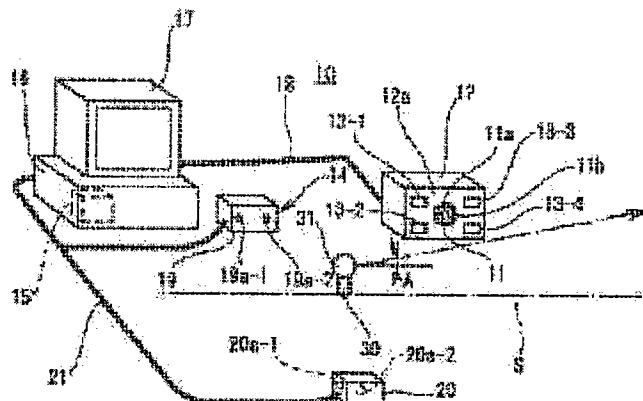
Patent number: JP2001264016 (A)
Publication date: 2001-09-26
Inventor(s): YAMAMOTO AKIO +
Applicant(s): SUMITOMO RUBBER IND +
Classification:
- **international:** A63B69/36; G01B11/00; G03B15/05; G03B17/38;
H04N7/18; A63B69/36; G01B11/00; G03B15/05;
G03B17/38; H04N7/18; (IPC1-7): A63B69/36; G01B11/00;
G03B15/05; G03B17/38; H04N7/18
- **europen:** A63B24/00E; A63B69/36E
Application number: JP20000072200 20000315
Priority number(s): JP20000072200 20000315

Also published as:

US2001023209 (A1)
 US6579190 (B2)

Abstract of JP 2001264016 (A)

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce the time required for taking pictures by reducing the size and weight of a measuring instrument for motion/behavior of a ball, and to enhance the clarity of the pictures taken. **SOLUTION:** This motion measuring instrument 10 is made by connecting a CCD camera 11, which includes a repeatedly releasable multiple shutter 11b, flash lights 13-1 to 13-4, and a sensor 14 for measuring striking speed, to an arithmetic and control unit 16. In measurement, the sensor 14 outputs a trigger signal for releasing the shutter, when it detects the passage of a golf club, the camera 11 repeatedly releases the shutter 11b on receiving the signal, while the flash lights 13-1 to 13-4 successively emit light which is synchronized with the release, thus taking a plurality of pictures, of the struck golf ball 31 sprinting out within an image frame.



Data supplied from the **espacenet** database — Worldwide

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	マークト [®] (参考)
G 01 B 11/00		C 01 B 11/00	H 2 F 0 6 5
A 63 B 69/36	5 4 1	A 63 B 69/36	5 4 1 S 2 H 0 2 0
			5 4 1 W 2 H 0 5 3
G 03 B 15/05		C 03 B 15/05	5 C 0 5 4
17/38		17/38	B

審査請求 有 請求項の数 8 OL (全 9 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号	特願2000-72200(P2000-72200)	(71)出願人	000183233 住友ゴム工業株式会社 兵庫県神戸市中央区臨浜町3丁目6番9号
(22)出願日	平成12年3月15日 (2000.3.15)	(72)発明者	山本 昇生 兵庫県神戸市中央区臨浜町3丁目6番9号 住友ゴム工業株式会社内
		(74)代理人	100072660 弁理士 大和田 和美

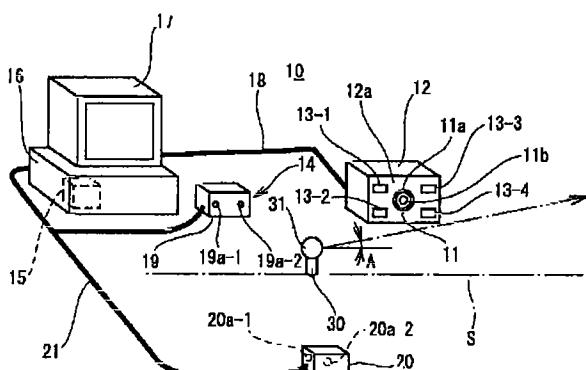
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ボールの運動測定装置

(57)【要約】

【課題】 ボールの運動挙動に係る測定装置を小型軽量化し撮影に要する手間を低減すると共に、撮影画像の明確度を高める。

【解決手段】 連続開閉可能な多重シャッター11bを含む一台のCCDカメラ11と、ストロボ13-1～4と、打撃速度測定用センサー14とを制御演算装置16に接続して運動測定装置10を構成している。測定は、ゴルフクラブの通過を検知した打撃速度測定用センサー14がシャッター開閉用のトリガー信号を出し、該信号を受けたCCDカメラ11は多重シャッター11bを連続開閉すると共に当該開閉と同期して各ストロボ13-1～4が順次発光して、打撃されて飛び出したゴルフボール31を一映像フレーム内に複数個撮影する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数回の高速連続開閉が可能な多重シャッターを含むCCDカメラと、
ボール打撃手段あるいはボールの移動を検知して上記多重シャッターの開閉時期を設定するトリガー信号を出力するトリガー用センサーと、
上記CCDカメラおよびトリガー用センサーが接続され、映像フレーム用記憶媒体および画像表示手段を含む制御演算装置とを備え、
上記トリガー用センサーの検知による上記多重シャッターの複数回の連続開閉を通じて、複数のボール画像をCCDカメラで一映像フレーム内に撮影すると共に、該一映像フレーム内の画像を上記画像表示手段に表示する構成としていることを特徴とするボールの運動測定装置。

【請求項2】 上記多重シャッターの開閉回数と同数以上のストロボを上記制御演算装置と接続し、上記多重シャッターの開閉時期と同期させて各ストロボを順次発光させる構成としている請求項1に記載のボールの運動測定装置。

【請求項3】 検知線を照射する2箇所の投光部を有する投光器と該検知線を検知する2箇所の受光部を有する受光器とを含むボール打撃手段の打撃速度測定用センサーを上記制御演算装置に接続してボール打撃位置の後方に配置し、ボール打撃時にボール打撃手段が2本の検知線を遮断するのに要した時間を、上記制御演算装置が測定してボール打撃手段の打撃速度を算出する構成としている請求項1または請求項2に記載のボールの運動測定装置。

【請求項4】 上記打撃速度測定用センサーは上記トリガー用センサーを兼ねてボール打撃位置の後方20mmから40mmの範囲でボールの予定進行方向の仮想直線に対して直交方向に水平配置されると共に打撃手段の通過に伴いトリガー信号を出力する一方、

上記CCDカメラはボール打撃位置の前方100mmから300mmの範囲で上記仮想直線に対して直交方向に水平配置して打撃直後のボール画像を撮影する構成としている請求項3に記載のボールの運動測定装置。

【請求項5】 上記一映像フレーム内に撮影された複数のボール画像を基に、上記制御演算装置が各ボール画像の中心座標を割り出して撮影されたボールの実際の移動距離を演算すると共に上記多重シャッターが複数回開閉する間隔時間よりボール飛行速度を算出する構成としている請求項1乃至請求項4のいずれか1項に記載のボールの運動測定装置。

【請求項6】 上記一映像フレーム内に撮影された複数のボール画像を基に、上記制御演算装置が映像フレーム内で予め校正した水平方向に対する各ボール画像の中心座標を連続させた軌跡との角度を割り出し、実際の水平線に対するボール飛行角度を算出する構成としている請求項1乃至請求項5のいずれか1項に記載のボールの運動

測定装置。

【請求項7】 ボールの予定進行方向の仮想直線に対して異なる箇所に位置する少なくとも2つのボールを上記CCDカメラで予め撮影して該ボール位置と関連付けて上記制御演算装置に記憶した各基準ボール画像と、測定時に撮影された上記一映像フレーム内の各ボール画像とを、
上記制御演算装置がボール径寸法に関して比較演算して、仮想直線に対する離反距離を割り出して、ボールの予定進行方向に対するボールの振れ角を算出する構成としている請求項1乃至請求項6のいずれか1項に記載のボールの運動測定装置。

【請求項8】 上記一映像フレーム内に撮影された複数のボール画像を基に、上記制御演算装置が各ボール画像の中心座標を割り出すと共に各ボール画像の表面上の同一点が移動した実際の距離を演算し、上記多重シャッターが複数回開閉する間隔時間よりボール中心座標を通る軸回りの回転量を算出する構成としている請求項1乃至請求項7のいずれか1項に記載のボールの運動測定装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、ボールの運動測定装置に関し、詳しくは、ゴルフボール、野球用ボール、テニスボール等の各種ボールに対し、打撃後の挙動を測定するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来から、ゴルフボール等のボールの打撃後における各種挙動、即ち、速度、回転量、仰角、飛行予定方向に対する振れ角等に対する測定に関しては、様々な装置および方法が提供されている。

【0003】 図5は、特開平3-210282号に開示されているゴルフボールの測定方法1であり、鉛直上方に設置された第一カメラ2と水平方向に設置された第二カメラ3により、あるいは、第一カメラ2のみにより、ストロボ4を照射した状態でゴルフボールの打撃直後のゴルフボール画像を撮影するものである。

【0004】 また、図6(A)は、特開平10-186474号に開示されているゴルフボールの測定方法5であり、打撃位置であるティー6の前方に設置された第一および第二カメラ7-1、2で打撃後のゴルフボールの挙動を測定するものである。上記第一および第二カメラ7-1、2は、ティー6の後方に設置されたセンサー8の検知を受けて、各カメラ毎にシャッター開閉時期を相異させて、図6(B)に示す各時間毎におけるゴルフボールの画像9-1、2を撮影している。

【0005】 上記以外にも、特許登録第2879881号、第2950450号においても、2台のカメラを用いて打撃直後のゴルフボール画像を撮影する測定装置が示されている。ゴルフボールの挙動は、上記のような各

測定方法や装置で撮影されたボール画像を基にして、制御演算装置による解析で速度、回転量等が算出されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】図5の測定方法1におけるボール撮影は、各カメラのシャッターを常時開放しておき、この状態でストロボ4を所要の時間間隔で二回以上発光して撮影するものである。よって、シャッターを常時開放しておくためには絞りの開度を絞った設定にする必要があり、太陽の光量がある屋外では、ストロボの光量が不足気味になりボールの輪郭が明確な画像を得にくい問題がある。よって、ボールの挙動解析にはボール画像の明確性を補うため、撮影対象となるボールとして所要のマーキングを施したものを使用せねばならず、その上、第一カメラ2は鉛直上方に設置する必要があるので、測定に対する準備等に手間がかかる問題もある。

【0007】また、図6(A)の測定方法5における各カメラ7-1、2は、一つの映像フレーム内には一つのボール画像しか取り込むことができない上に、シャッターの開閉速度は打撃されたボールの速度に対応できる程、高速ではないため、短い時間間隔で複数のボール画像を取り込むには複数台のカメラが必要となり、測定方法自体の構成が複雑で大がかりになる。一般にボール挙動の撮影は屋外で行われるため装置等の携帯性は非常に重要であるが、上記のように大がかりな構成になると、装置の運搬や各カメラの設置等に手間と時間を要する問題がある。

【0008】この問題は、2台のカメラを有する特許登録第2879881号、第2950450号においても同様であり、さらに、上記登録にかかる発明でもボール画像の明確性を補うため、反射するドットパターンを附加したボールを使用せねばならない問題がある。一方、上記特許登録第2879881号では、一台のカメラでボール画像を撮影する装置も提示されているが、一台のみのカメラでは、振れ角の測定等が行えない問題がある。

【0009】本発明は、上記した問題に鑑みてなされたものであり、多重シャッターを備える一台のCCDカメラのみでボール画像を撮影可能にして、打撃されたボールの各種挙動を高精度で解析すると共に測定装置自体の携帯性を高め、小型化を図ることを課題としている。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明は、複数回の高速連続開閉が可能な多重シャッターを含むCCDカメラと、ボール打撃手段あるいはボールの移動を検知して上記多重シャッターの開閉時期を設定するトリガー信号を出力するトリガー用センサーと、上記CCDカメラおよびトリガー用センサーが接続され、映像フレーム用記憶媒体および画像表示手段を含む制御演算装置とを備え、上記トリガー用センサーの検

知による上記多重シャッターの複数回の連続開閉を通じて、複数のボール画像をCCDカメラで一映像フレーム内に撮影すると共に、該一映像フレーム内の画像を上記画像表示手段に表示する構成としていることを特徴とするボールの運動測定装置を提供している。

【0011】従来のシャッター付きCCDカメラでは、一映像フレーム内には一つの画像しか取り込むことができないので、複数のボール画像を撮影するには複数台のカメラを揃える必要があったが、本発明では、上記のように多重シャッターを備えたCCDカメラを用いることで一台のカメラにより複数のボール画像を撮影できる。即ち、多重シャッターは1.5msから3.0msといった非常に短い間隔で、複数回の高速連続開閉が可能なので、当該開閉によりCCDカメラは一映像フレーム内に複数のボール画像を取り込んで、重ね合わせ表示ができる。よって、撮影に必要なCCDカメラは一台のみとなるので測定装置全体を小型軽量化でき、運搬やカメラの設置等にかかる手間や時間を低減できる。

【0012】上記多重シャッターの最初の開閉時期は、ボール通過等を検知するトリガー用センサーとの運動で行い、シャッター開閉時期が合わずボール画像を捉えられないといった不具合を防いで、確実にボール画像を自動的に捉えることができる。上記トリガー用センサーとしては、ボールの打撃手段の通過を検知するものや、打撃されたボールの通過を検知する反射型センサー、さらには、打撃音を検知する音センサー等を好適に使用できる。このようにして撮影された複数の一映像フレーム内のボール画像はCCDカメラと接続された制御演算装置に送られて、該制御演算装置により各種ボール挙動を高精度で算出できる。

【0013】また、本発明は、上記多重シャッターの開閉回数と同数以上のストロボを上記制御演算装置と接続し、上記多重シャッターの開閉時期と同期させて各ストロボを順次発光させる構成としている。このように、複数個の各ストロボを多重シャッターの開閉と同期させて順次発光させると、多重シャッターの高速開閉により、ボールのみにストロボ光を照射した状態のボールを撮影でき、背景等の撮影対象以外の光の取り込みを防止して明確な輪郭を有するボール画像を得られる。よって、太陽の光量が充分に存在する屋外での撮影においても、確実に明確なボール画像を撮影できる。なお、ボールを充分な光量で照射するために、多重シャッターの開閉回数の倍以上のストロボを揃え、シャッターに同期させて同時に複数個のストロボを順次発光させるようにしてもよい。

【0014】このように照射して撮影されたボール画像は、ボールの輪郭が明確である上に、ボール表面も明瞭に撮影されるので、ボール表面に記載された銘柄の表示等も明確に確認でき、測定対象のボールにマーキングを特に施すことなくボールの回転量、速度、仰角等の各種

ボール挙動を精度良く測定できる。なお、従来同様マークリングを施したボールを測定用に使用してもよい。

【0015】さらに、本発明は、検知線を照射する2箇所の投光部を有する投光器と該検知線を検知する2箇所の受光部を有する受光器とを含むボール打撃手段の打撃速度測定用センサーを上記制御演算装置に接続してボール打撃位置の後方に配置し、ボール打撃時にボール打撃手段が2本の検知線を遮断するのに要した時間を、上記制御演算装置が測定してボール打撃手段の打撃速度を算出する構成としている。このように、打撃速度測定用センサーを用いると、打撃されたボールの各種挙動に加えて、打撃手段の打撃速度も判るので、ボール特性等の総合的な解析に本測定装置を利用できる。上記打撃速度は、2箇所の投光部のピッチ間距離は予め判っているので、投光部より照射される2本の検知線を遮るのに要する時間を測定すれば、容易に打撃手段の通過速度を求めることができる。

【0016】上記打撃速度測定用センサーは上記トリガー用センサーを兼ねてボール打撃位置の後方20mmから40mmの範囲でボールの予定進行方向の仮想直線に対して直交方向に水平配置されると共に打撃手段の通過に伴いトリガー信号を出力する一方、上記CCDカメラはボール打撃位置の前方100mmから300mmの範囲で上記仮想直線に対して直交方向に水平配置して打撃直後のボール画像を撮影する構成としている。

【0017】このように、打撃速度測定用センサーをトリガー用センサーとの兼用にすると、打撃速度測定用センサーとは別個にトリガー用センサーを設ける必要がなくなり、種々の測定に対応可能な本測定装置の構成を簡易にして携帯性を高めることができる。また、打撃直後のボール挙動の解析は、ボール性能や打撃手段の性能特性等を判断する上で大変重要であり、この判断の基となるボール画像が鮮明であれば、より正確な判断ができる。よって、上記トリガー用センサーを兼ねた打撃速度測定用センサーを上記範囲に配置すると共に、CCDカメラを上記位置に配置すると、打撃された直後のボール画像を確実に捉えることができ、上記判断の精度も高められる。

【0018】一方、上記一映像フレーム内に撮影された複数のボール画像を基に、上記制御演算装置が各ボール画像の中心座標を割り出して撮影されたボールの実際の移動距離を演算すると共に上記多重シャッターが複数回開閉する間隔時間よりボール飛行速度を算出する構成としている。このように本発明の制御演算装置は一映像フレーム内に撮影された各ボール画像より、予めCCDカメラの構成を実施しておくと、映像フレーム内の移動分と実際の距離とを相対させることができ、当該移動に要した時間に相当するシャッター間隔時間との関係よりボール飛行速度を算出できる。

【0019】また、本発明は、上記一映像フレーム内に

撮影された複数のボール画像を基に、上記制御演算装置が映像フレーム内で予め校正した水平方向に対する各ボール画像の中心座標を連続させた軌跡との角度を割り出し、実際の水平線に対するボール飛行角度を算出している。このように映像フレーム内で予め水平方向の校正（キャリブレーション）をしておくと、ボール軌跡と水平方向との関係を容易に解析でき、仰角等の算出も容易になる。

【0020】さらに、本発明は、ボールの予定進行方向の仮想直線に対して異なる箇所に位置する少なくとも2つのボールを上記CCDカメラで予め撮影して該ボール位置と関連付けて上記制御演算装置に記憶した各基準ボール画像と、測定時に撮影された上記一映像フレーム内の各ボール画像とを、上記制御演算装置がボール径寸法に関して比較演算して、仮想直線に対する離反距離を割り出して、ボールの予定進行方向に対するボールの振れ角を算出している。

【0021】このように、予め撮影しておいた基準ボール画像と撮影したボール画像のボール径寸法を制御演算装置が比較演算すると、基準ボール画像が撮影された位置データより、撮影されたボール画像の仮想直線に対する位置関係を把握することができ、一台のCCDカメラでもボールの振れ角を算出できる。上記基準ボール画像としては、CCDカメラを通り仮想直線に直交する直線上で少なくとも2箇所で撮影したボール画像を基準ボール画像としている。例えば、仮想直線に対してCCDカメラ側に位置するボールと、CCDカメラと反対側に位置するボールとを撮影して基準ボール画像としている。なお、2箇所より多くの箇所でボールを撮影して、更に多くの基準ボール画像として制御演算装置に記憶するようにしてもよい。

【0022】その上、本発明は、上記一映像フレーム内に撮影された複数のボール画像を基に、上記制御演算装置が各ボール画像の中心座標を割り出すと共に各ボール画像の表面上の同一点が移動した実際の距離を演算し、上記多重シャッターが複数回開閉する間隔時間よりボール中心座標を通る軸回りの回転量を算出する構成としている。ボールの回転量は、ボール特性を判断する上で重要な事項に該当するので、通常、必須の測定対象になっているが、本測定装置は、シャッターの開閉時期と同時にストロボを照射しているので、ボール表面の状況も明確に捉えることができ、容易にボール回転量を算出できる。

【0023】即ち、ボールの表面には銘柄等を示す何らかの表記等や各種模様等のパターンが存在し、これら表記等は撮影されたボール画像からも確認できるので、各ボール画像における表記等の移動状況より、ボールの回転軸に対する回転量を容易に算出できる。よって、本測定装置を用いると、ボール画像は表面も含めて輪郭まで明確に撮影されているため、従来のような測定用の特

殊なマーキングを施したボールを使用する必要が無くなり、測定の準備等にも手間がかからず容易に測定ができる。なお、従来同様のマーキングを施したボールも、もちろん適用可能である。

【0024】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態を図面を参照して説明する。図1は、本発明のボールの運動測定装置10を示しており、カメラレンズ11aおよび多重シャッター11bを含むCCDカメラ11、ストロボ13-1～4、打撃速度測定用センサー14、映像フレーム用記憶媒体15を含み画像表示手段としてモニター17を接続した制御演算装置16より構成されている。

【0025】CCDカメラ11は、複数回の連続開閉が可能な多重シャッター11bを内蔵して、この多重シャッター機能を通して被写体を撮影するものである。この多重シャッター11bは1/10000秒以上1/20000秒以下の高速なシャッター開閉速度を有しており、シャッター間隔は1.5msから3.0msの短い時間で高速連続開閉を可能にしている。このようにシャッター速度を高速にすることで、ストロボで照射されるボールのみを捉え、背景等の余分な光を取り込まないようにしている。

【0026】また、高速で連続開閉する多重シャッター11bにより、CCDカメラ11で一映像フレーム内に複数画像を取り込めるようにしている。即ち、多重シャッター11bが高速で連続開閉することにより、打撃されたボールをシャッター開閉毎にCCDカメラ11の一映像フレーム内に取り込み、複数のボール画像が記憶された一映像フレームの画像データを得るようにしている。なお、シャッター開閉速度およびシャッター間隔は、撮影状況や条件等を考慮して上記範囲内で適宜設定している。

【0027】上記CCDカメラ11は制御演算装置16とカメラ用接続線18を介して接続されており、上記のように撮影された画像データは制御演算装置16へ送られ、制御演算装置16内の映像フレーム用記憶媒体15に記憶されると共に、モニター17で表示できるようにしている。

【0028】また、ストロボ13-1～4はCCDカメラ11と共にハウジング12の内部に設けられると共に上記カメラ用接続線18の中に含まれるストロボ線を介して制御演算装置16に接続されている。本実施形態では、後述するように、連続して2回多重シャッター11bを開閉して一映像フレーム内に2つのボール画像を取り込むようにしているのに対応してシャッター開閉回数の倍となる4台のストロボ13-1～4を揃えている。

【0029】具体的には、図1および図2(A)に示すように、ハウジング12の前面12aでカメラレンズ11aを中心にして打撃位置側の上下位置に第一ストロボ13-1および第二ストロボ13-2を設けると共に、

対抗側の上下位置に第三ストロボ13-3および第四ストロボ13-4を設けている。第一、第二ストロボ13-1、2は、多重シャッター11bの1回目の開閉時期と同期して発光させるようにしており、第三、第四ストロボ13-3、4は2回目の開閉時期と同期して発光させるようにして、シャッター開時に打撃されたボールのみを二つのストロボによる充分な光量で照射して明確なボール画像を得るようにしている。

【0030】各ストロボ13-1～4の閃光時間は2マイクロ秒から5マイクロ秒であり、閃光間隔は多重シャッター11bのシャッター開閉速度およびシャッター間隔と連動して設定されるようにしている。なお、ストロボの数は4個に限定されるものではなく撮影対象や撮影環境等を考慮して適宜増減してもよい。例えば、同時に発光させる台数は一台にしてストロボ数を減らしてもよく、あるいは、三台以上のストロボを同時に発光させて光量を確保するようにしてもよい。また、これらのストロボはCCDカメラ11が取容されるハウジング12とは別に、別体で設けるようにしてもよい。

【0031】一方、打撃速度測定用センサー14は、一対の投光器19および受光器20より構成されている。図2(A)に示すように、投光器19は間隔Pをあけた赤外線等の検知線を放射する2箇所の投光部19a-1、19a-2を設けている。この間隔Pは50mmから150mmの範囲で適宜設定可能である。一方、受光器20は各投光部19a-1、2から放射された各検知線を検知する2箇所の受光部20a-1、20a-2を設けており、各受光部の間の寸法も上記間隔Pと同様に設定している。

【0032】この打撃速度測定用センサー14は、多重シャッター11bを開閉させる契機となるトリガー信号を出力するトリガー用センサーも兼ねており、制御演算装置16とセンサー用接続線21を介して接続されている。上記トリガー信号は、投光器19側から放射されている検知線が遮断されて受光器20側で検知できなくなると同時に制御演算装置16へ送られて多重シャッター11bの開閉時期を設定している。

【0033】制御演算装置16は、各種入出力信号の制御や入力された画像データの演算等を行うものであり、内部には、映像フレーム用記憶媒体15以外にも制御演算部、データ記憶部等を含んでいる。制御演算装置16には、上記したCCDカメラ11や打撃速度測定用センサー14等の配置位置、ボールの予想速度等の各種データを測定前に予め入力するようにしている。また、比較用の基準となる多数の基準ボール画像も記憶されている。制御演算装置16は、上述した打撃速度測定用センサー14の遮断によるトリガー信号を受けると、上記各種データを基にしてボールがCCDカメラ11前を通過する予想時期にCCDカメラ11の多重シャッター11bへシャッター開閉信号を出して、確実にボール画像

を撮影できるようにしている。

【0034】また、撮影されたボール画像データの解析によるボール挙動の算出は、内部の制御演算部（図示せず）で行っており、映像フレーム用記憶媒体15に記憶された画像データと内部記憶データ等との比較演算等も行って、撮影されたボールの速度、仰角等の算出を行い、その結果をモニター17へ表示するようにしている。

【0035】以下、上記運動測定装置10によるボール画像の撮影およびボール挙動の算出を、打撃直後のゴルフボールを例にして説明する。先ず、測定に当たって、CCDカメラ11および打撃速度測定用センサー14を図1および図2（A）（B）に示すように、打撃直後のゴルフボールの測定に適した位置に配置している。

【0036】CCDカメラ11は打撃位置となるティー30の前方で、かつ、ゴルフボール31の飛行方向を横方向から捉えられる位置に配置されている。具体的には、ティー30からCCDカメラ11のカメラレンズ11aの中心までの前方距離L1が100mmから300mmの範囲で、かつ、予定進行方向となるティー30と目標位置とを結ぶ仮想直線である予定進行線Sからレンズ部11aまでの直交距離L2が150mmから300mmの範囲となる箇所にCCDカメラ11を水平配置している。本実施形態では、前方距離L1を120mm、直交距離L2を200mmに設定している。

【0037】一方、打撃速度測定用センサー14は、ティー30の後方で、かつ、予定進行線Sを挟んで投光器19と受光器20が正面に対向するように配置している。具体的には、ティー30から投光器19の第二投光部19a-2と受光器20の第二受光部20a-2とを結ぶ直線までの後方距離L3が20mmから40mmの範囲で、かつ、投光器19と受光器20との離間距離L4が500mmから1000mmの範囲に位置するように打撃速度測定用センサー14を水平配置している。本実施形態では、後方距離L3を30mm、離間距離L4を700mmに設定すると共に、第一投光部19a-1と第二投光部19a-2の間隔Pを100mmに設定している。

【0038】上記配置後、制御演算装置16にCCDカメラ11、打撃速度測定用センサー14の配置位置に関する上記数値データや、測定に関するシャッター連続開閉数等の各種設定値を入力しておく。また、測定前に予め撮影した後述する予定進行線Sに対する基準ボール画像のデータ等も制御演算装置16内に保存しておく。

【0039】次に、CCDカメラ11を撮影準備完了状態にすると共に、図2（B）に示すように、打撃速度測定用センサー14の投光器19の第一及び第二投光部19a-1、2から2本の検知線K-1、2を受光器20へ投射する状態にしている。

【0040】この状態でティー30に、表面に銘柄等が

記載されたゴルフボール31を載置して、打撃位置Dに位置する打撃者あるいは打撃マシンがゴルフクラブGをスイングし、これによりゴルフクラブGが投光器19と受光器20との間を通過して各検知線K-1、2を瞬時遮断すると共にゴルフボール31を打撃してティー30より打ち出している。

【0041】上記検知線K-1、2の遮断は打撃速度測定用センサー14で検知され、シャッター用トリガー信号が制御演算装置16へ送られ、制御演算装置16は後方距離L3や前方距離L1の数値等を考慮して、打撃されたゴルフボール31がCCDカメラ11の前を通過するタイミングで、CCDカメラ11へシャッター開閉信号を送っている。

【0042】上記シャッター信号を受けると、多重シャッター11bが最初のシャッター開閉を行い、これと同期して第一、第二ストロボ13-1、2が閃光し、照射されたゴルフボールをCCDカメラ11により取り込んでいる。次に、設定されたシャッター間隔で2回目のシャッター開閉を行うと共に第三、第四ストロボ13-3、4が閃光し、最初のゴルフボール画像と同一の映像フレーム内に二つのゴルフボール画像を取り込んでいる。上記一回目のシャッター開閉と二回目にシャッター開閉の間の時間は微小時間であり、この高速連続開閉により図3（A）（B）（C）及び図4（B）に示す複数のボールが記憶されたフレーム画像40、50、60、80を得ると共に、モニター17に表示している。

【0043】次に、制御演算装置16は、一映像フレームのフレーム画像40、50、60、80で撮影された複数のボール画像を基にして、打撃直後のゴルフボール31の打ち出し速度、仰角、予定進行方向に対する振れ角、ボール回転量、ゴルフクラブの打撃速度を算出している。

【0044】飛行速度である打ち出し速度を算出するには、図3（A）のフレーム画像40に対して、明確に撮影されたゴルフボールの外形輪郭の解析処理を行い、最初と2回目のゴルフボール画像41、42に対してフレーム画像40上のX座標及びY座標に対応する中心座標41a、42aを求めている。これら中心座標41a、42aより、実際のボールの移動距離に該当するフレーム画像上における中心間距離Rを求めている。

【0045】次に、上記フレーム画像上における中心間距離Rを、CCDカメラ11の配置距離L2等を基にして、中心間距離Rの実際の距離を換算して割り出している。一方、この距離の移動に要した時間は多重シャッター11bの2回のシャッター間隔と考えられるので、制御演算装置16内の設定されたシャッター間隔時間と割り出した現実の移動距離を基に、打撃された直後のゴルフボールの速度を求めている。

【0046】また、図1に示す水平線に対する打ち出し角度である仰角Aを算出するには、図3（B）のフレー

ム画像50に対して、予め水平方向のキャリブレーション(校正)を行っておき、フレーム画像50における水平線HLを制御演算装置16に認識させておく。次に、上記速度算出と同様に各ボール画像51、52の中心座標51a、52aを求めて、各中心座標51a、52aを連続する軌跡線ILを求め、この軌跡線ILと上記水平線HLとのなす角度、即ち、仰角Aを算出している。

【0047】さらに、図2(B)に示す予定進行線Sに対する振れ角Bを算出するには、測定前に比較対象用となる各種基準ボール画像を予め撮影して、これらボール画像データを制御演算装置16のデータ記憶部に保存しておく。基準ボール画像は少なくとも2箇所の位置の基準ボール画像が必要であり、本実施形態では予定進行線Sに対してCCDカメラ11の配置側へ一定距離離れたボールと、予定進行線Sに対してCCDカメラ11の配置側と反対側へ一定距離離れたボールとを撮影して、予定進行線Sからの距離と関連づけた位置データも含めて制御演算装置16内に保存している。なお、基準ボール画像は、上記2種類のデータに限定されることはなく、予定進行線Sに対して種々異なる箇所でボールを撮影して、より多くの基準ボール画像を揃えるようにしてよい。

【0048】次に、上述した撮影で得られた図3(C)のフレーム画像60に対して、各ゴルフボール画像61、62の外径寸法を画像処理により把握すると共に、上記データ記憶部に保存されている基準ボール画像の外径寸法と比較および比例演算を行い、二つの画像のボール外径寸法の差から、振れ方向の移動距離を換算して、この値より振れ角Bを算出している。

【0049】一方、ボールの回転量の測定は、図4に示す、ボール表面70aに記載された銘柄等の表記71(図中の「ABCDE」の文字)を利用していている。図4(B)に示すフレーム画像80において最初のゴルフボール画像81と二つ目のゴルフボール画像82の中心座標を求めると共に、表記71の任意の特定点である2点71a(図中の文字「A」が該当)、71b(図中の文字「B」が該当)の変位より、2点71a、71bの移動距離を求め、シャッター開閉時間も考慮して、本出願人が開示している特許登録2810320号と同様の方法を用いて、中心座標を通る各軸等に対する回転量を制御演算装置16により算出している。

【0050】また、運動測定装置10は、上記ゴルフボールの挙動以外に、ボール打撃手段であるゴルフクラブGのクラブヘッド速度も算出している。即ち、ゴルフクラブGは、上述したように、図2(B)に示す投光器19と受光器20の間を通過するので、一本目の検知線K-1を遮断した時期および二本目の検知線K-2を遮断した時期を、制御演算装置16で記憶しておく、一本目の遮断から二本目の遮断までの時間を演算して、この時間と第一投光部19a-1と第二投光部19a-2の間

隔Pの距離との関係よりクラブヘッド速度も算出している。

【0051】上記のように算出された各種測定数値は、フレーム画像と共に制御演算装置16で演算処理後、モニター17に表示されるので、容易に測定結果を確認することができる。なお、本発明の運動測定装置は上記形態に限定されるものではなく、例えば、打撃速度測定用センサーとは別個独立にトリガー用センサーを設けるようにもよし、トリガー用センサーとしては、打撃音を感知する音センサーやティーアーの直近前方に配置してボールの遮断を検知する反射型センサー等を用いるようにしてもよい。

【0052】また、CCDカメラや別体のトリガ用センサーは上記以外の他の箇所に配置して、打撃直後以外の他の位置におけるボールの各種挙動を算出することも可能である。さらに、測定用のゴルフボールには従来と同様のマーキングを施したゴルフボールを利用してもよく、その上、測定対象としてはゴルフボール以外にも、野球ボールやテニスボール等の他のボールに対しても同様に撮影して各種挙動解析に適用できる。

【0053】

【発明の効果】上記した説明より明らかなように、本発明の運動測定装置は、一台のCCDカメラでボール撮影が可能となり、装置自体を小型軽量化でき、屋外における測定に対しても、装置の運搬やCCDカメラの配置を容易に行うことができ、測定の機動性を高められる。また、トリガー信号で撮影の信頼性を向上させるとと共に、ストロボとの同期等より画像のコントラストの明確にでき、外径輪郭およびボール表面の明確なボール画像を撮影でき、撮影画像を基に算出される測定結果の精度も向上できる。また、明確なボール画像が得られるため、測定用のボールにマーキングを施す必要がなくなり、測定に要する準備の手間や時間も軽減できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明にかかるボールの運動測定装置の概略図である。

【図2】 上記運動測定装置におけるCCDカメラおよび打撃速度測定用センサーの配置状況であり、(A)は側方からの視図、(B)は上方からの視図である。

【図3】 (A) (B) (C)は撮影されたボール画像である。

【図4】 (A)は測定対象のゴルフボールであり、(B)は回転量を解析するボール画像である。

【図5】 従来の測定装置の概略図である。

【図6】 (A)は他の従来の測定装置の概略図であり、(B)は当該測定装置により撮影されたボール画像である。

【符号の説明】

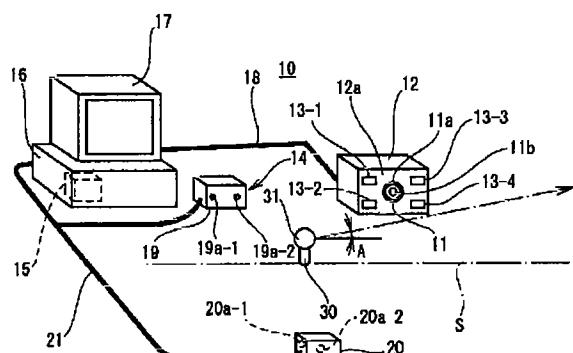
10 運動測定装置

11 CCDカメラ

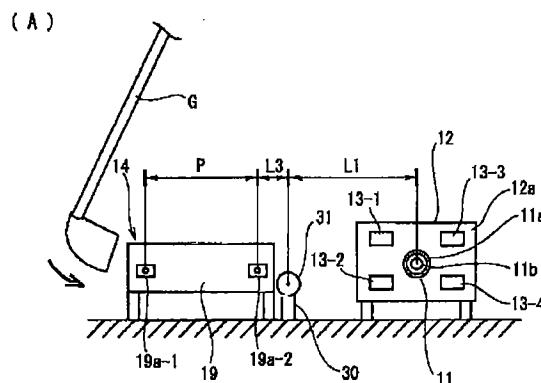
11b 多重シャッター
 12 ハウジング
 13-1~4 ストロボ
 14 打撃速度測定用センサー

16 制御演算装置
 17 モニター
 30 ティー
 31 ゴルフボール

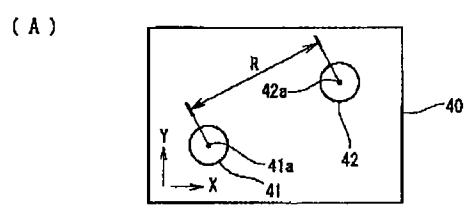
【図1】



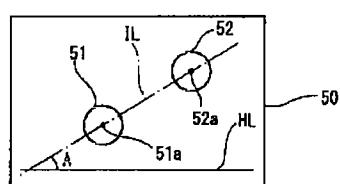
【図2】



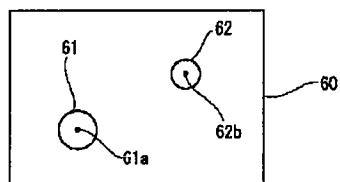
【図3】



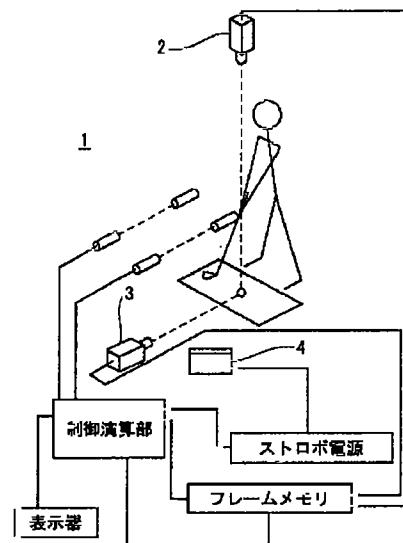
(B)



(C)

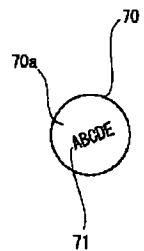


【図5】

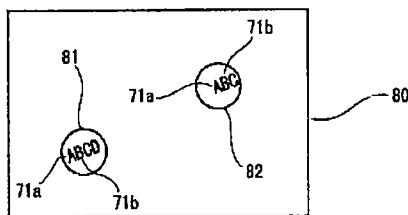


【図4】

(A)

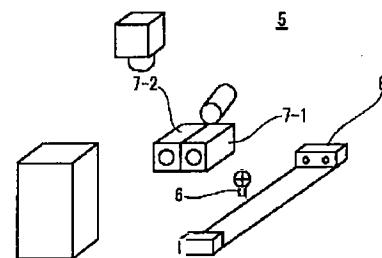


(B)

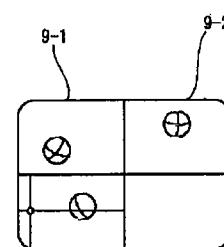


【図6】

(A)



(B)



フロントページの続き

(51) Int.C1.⁷

H 0 4 N 7/18

識別記号

F I
H 0 4 N 7/18

(参考)

C

Fターム(参考) 2F065 AA04 AA09 AA31 BB07 BB15
 BB27 DD02 FF04 FF34 FF63
 GG08 JJ03 JJ05 JJ26 LL30
 QQ24 QQ31 RR07 SS13
 2H020 FB03
 2H053 BA33 DA03
 5C054 CB04 CC03 CH00 CH04 EA07
 EH07 FC01 FC15 FE13 GB01
 GB12 HA05 HA16